

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann)

Die zweiphasige Bündelnagelung nach HACKETHAL bei Oberarmfrakturen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Roland Marschner

aus

Schwandorf

1975

D 29

Veröffentlicht mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg
in der " Monatsschrift für Unfallheilkunde "
78, 245-253 (1975)



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. H. Beck

Korreferent: Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 10. November 1975

Die operative Stabilisierung der Oberarmschaftfrakturen mit dem Bündelnagel nach Hackethal*

E. Brug, H. Beck und R. Marschner

Unfallchirurgische Abteilung (Leiter: Prof. Dr. H. Beck) der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg und Chirurgische Klinik mit Poliklinik der Universität Münster, Lehrstuhl für Allgemeinchirurgie (Direktor: Prof. Dr. H. Bunte)

Zusammenfassung. Die Bündelnagelung wird am Ergebnis von 121 Oberarmnagelungen auf ihre Effektivität untersucht.

Technik und Indikation werden besprochen und die Ergebnisse, insbesondere Komplikationen (Pseudarthrose und postoperative Radialisparese, je 3%) diskutiert.

Summary. Hackethal's fasciculated nailing (= Bündelnagelung) is examined for its effectiveness on the results of 121 humerus nailings.

Technique and indications are reviewed, and the results, especially complications (pseudarthrosis and post operative radial paresis — each 3%) discussed.

Trotz zunehmender Popularität der operativen Knochenbruchbehandlung und der demzufolge immer größer gewordenen Erfahrung mit den zur Verfügung stehenden Osteosyntheseverfahren ist die Diaphysenfraktur des Humerus ein noli me tangere geblieben.

Von den Befürwortern der konservativen Behandlung — und das ist die überwiegende Mehrzahl — werden in erster Linie die guten Ergebnisse nach konservativer Behandlung genannt [7, 10, 11].

Die enge topographische Beziehung des Nervus radialis zur Humerusdiaphyse bedingt nicht nur nicht selten eine primäre Nervenirritation, sondern macht die extramedulläre Osteosynthese mit der Platte geradezu zum riskanten Eingriff. Für die intramedulläre Schienung mit einem gleichmäßig starken Marknagel andererseits ist die wechselnde Form [8, 12] der Humerusmarkhöhle nicht geeignet (Abb. 1). Selbst durch Aufbohren läßt sich die in zwei Ebenen leicht S-förmig gekrümmte und eiszapfenförmig sich verjüngende Markhöhle nur schwerlich dem gleichmäßig starken Küntscher-Nagel anpassen.

Anders dagegen der Bündelnagel: Durch seine Biegefähigkeit ermöglicht er eine weitgehende Anpassung an die variable Markhöhlenform, darüber hinaus sowohl bei absteigender wie bei aufsteigender Nagelung eine rotationsstabile Verspreizung in der Spongiosa von Kondylen bzw. Humerus-

* Krankengut der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen.

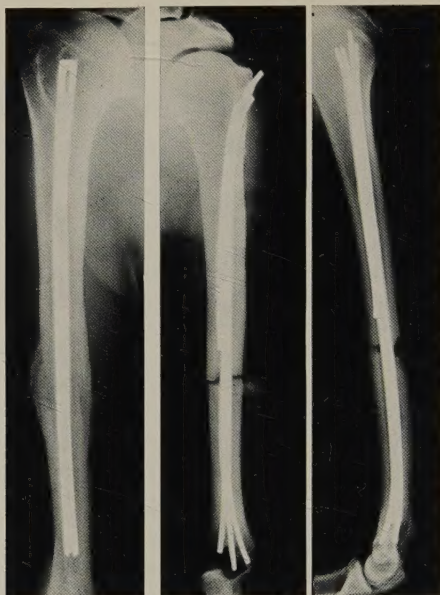


Abb. 1

Abb. 2

Abb. 1. Die konisch sich verjüngende Markhöhle des Humerus ist für die Kuntscher-Nagelung nur schlecht geeignet

Abb. 2. Typisches Beispiel einer absteigenden Humerusbündelnagelung bei Diaphysenquerfraktur

kopf. Durch verkeilend wirkende Kurznägel verschiedener Länge paßt sich das Nagelbündel bei absteigender Nagelung durch abnehmende Zahl der konisch zulaufenden Markhöhlenform an (Abb. 2).

Die Verwendung eines Repositionsgerätes (Viermastkran) schließlich ermöglicht grundsätzlich eine geschlossene Nagelung.

Indikation und Technik

Gegenüber der strengen Indikationsstellung konservativ eingestellter Autoren, die nur bei primärer Radialisschädigung, bei Polytraumatisierten, bei komplizierten oder schlecht reponiblen Brüchen der übungsstabilen Osteosynthese den Vorzug geben, führen wir darüber hinaus bei allen übrigen — nicht zu langen — Einspaltbrüchen des 2. bis 5. Sechstels die Bündelnagelung durch, wenn der Allgemeinzustand des Patienten die Operation erlaubt.

Größte Stabilität wird dabei im Bereich von Mitte 3. Sechstel bis Übergangsbereich 4./5. Sechstel erzielt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit gelingt auch eine stabile Osteosynthese bei aufsteigender Nagelung der Schaftbrüche des

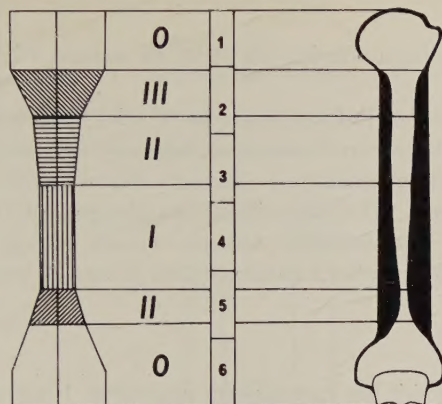


Abb. 3. Indikationsschema für die Bündelnagelung am Humerus nach Hackethal in der Beckschen Modifikation. Indikationsschema zur Oberarm-Bündelnagelung. Indikationsgrad I = stabile Nagelung mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit (über 90%) zu erwarten. Indikationsgrad II = überwiegend wahrscheinlich (über 80%). Indikationsgrad III = wahrscheinlich (über 60%). Indikationsgrad IV = möglich (50–60%). Indikationsgrad 0 = stabile Nagelung nicht wahrscheinlich (unter 50%). Die Indikationsgrade sind auf kurze Einspaltbrüche bezogen. Bei langen, mehrere Indikationsbereiche betreffenden Brüchen ist der ungünstigere, bei Trümmerbrüchen und langen Zweispaltbrüchen der nächst niedere Indikationsgrad anzunehmen

2. Indikationsgrades von Mitte 2. bis Mitte 3. Schaftsechstel. Ebenso groß ist die Wahrscheinlichkeit erzielbarer Stabilität nach absteigender Nagelung zwischen Mitte und Ende des 5. Sechstels mit Verspreizung der Nagelenden in den Kondylen [1, 5] (Abb. 3).

Kritischer zu stellen ist die Indikation im proximalen Teil des 2. Sechstels, der Zone des 3. Indikationsgrades.

Bei Mehrspaltbrüchen kommt der Bündelnagelung stabilisierende Bedeutung nur im Bereich des 1. Indikationsgrades zu, in den anderen Zonen allenfalls nur schienende. Die Nagelungsrichtung ist abhängig von der Frakturhöhe.

Aufsteigend — in Bauchlage des Patienten — nageln wir alle Frakturen proximal der Mitte des 3. Sechstels — und zwar von einem Corticalisfenster — $1\frac{1}{2}$ QF proximal der Fossa olecrani. Alle anderen Brüche werden in Rückenlage absteigend durch das Tuberculum maius ausgenagelt.

Jeder Nagelung geht während einer unsterilen Phase die Reposition mit dem Repositionsgerät voraus.

Die Nagelung wird meist sekundär durchgeführt, nachdem vorher eine Olecranon-Drahtextension angelegt wurde.

Krankengut

Nach diesen Richtlinien wurden seit 1959 die meisten Oberarmschaftbrüche behandelt.

Bei Frakturen des Indikationsgrades 3 oder langen Trümmerbrüchen wurde entweder konservativ behandelt oder — wenn eine Läsion des N. radialis die Operation indizierte — der A.O.-Platte der Vorzug gegeben.

Bis 1971 konnten 121 Oberarmbündelnagelungen bei 118 Patienten ausgewertet werden. Das Verhältnis Männer : Frauen betrug 7 : 3, das Durchschnittsalter 40 Jahre, wobei 2 Patienten über 80 und 20 weniger als 20 Jahre alt waren.

Frakturtypen

92mal handelte es sich um traumatische Frakturen, 10mal um pathologische und 13mal um Pseudarthrosen.

Von den traumatischen Frakturen machten Quer-, kurze Schräg- und kurze Spiralbrüche zu gleichen Teilen zusammen 72,4% aus.

Der Rest waren Stück- und Trümmerbrüche.

Von 25 Querfrakturen waren 22 im 3. und 4. Sechstel lokalisiert, damit vorwiegend im Indikationsbereich I.

Bei den Spiral- und Schrägbrüchen fanden sich eine nahezu gleichmäßige Verteilung in allen drei Indikationsbereichen:

in 2 Fällen wurde durch Fehlindikation die Methode überfordert:

1. Geschlossene Drehfraktur im 4.—5. Sechstel. Mit 3 Nägeln instabil versorgt. Ausheilung mit A.O.-Platte.
2. Geschlossene Trümmerfraktur im 4. Sechstel. Versorgung mit 3 Nägeln: Pseudarthrose.

In 2 weiteren Fällen wurde bei gerechtfertigter Indikation insuffizient — mit dem Ergebnis „Pseudarthrose“ — genagelt (Abb. 4).

Begleitverletzungen

Nur 3 von 98 traumatischen Frakturen waren offene Frakturen. 19 ($\frac{1}{5}$) der traumatischen Frakturen gingen mit passageren Irritationen von Nerven einher; davon war allein 15mal der N. radialis betroffen.

Zeitpunkt der Operationen

82,6% der traumatischen Frakturen wurden innerhalb der ersten Woche operiert; bei 4 Patienten nach unbefriedigender konservativer Behandlung erst nach 4 Wochen.

Technik

Das Verhältnis absteigender zu aufsteigender Nagelung betrug 7 : 3.

Bei 5 Patienten (4,1%) wurde wegen sehr enger Markhöhle mit dem Handbohrer der Markraum etwas aufgeweitet.

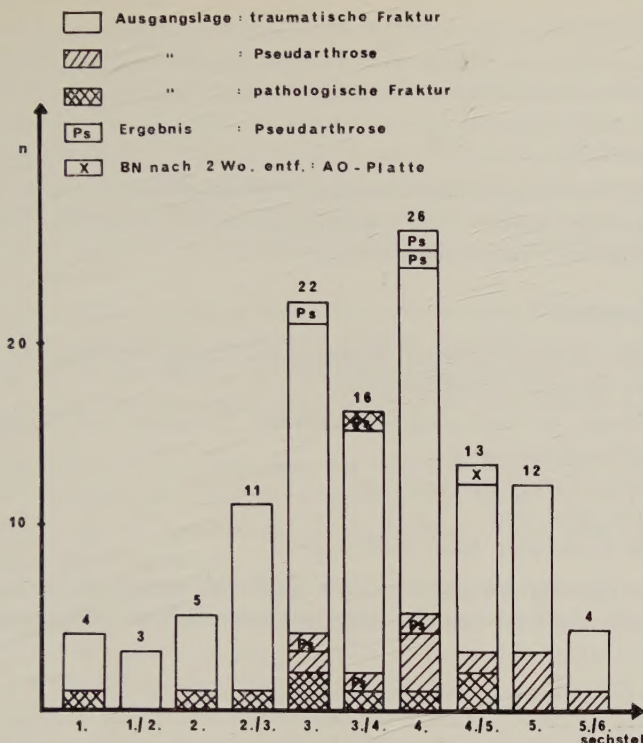


Abb. 4. Lokalisation der traumatischen und pathologischen Frakturen und Pseudarthrosen. Je 3mal kam es nach traumatischen Frakturen und Pseudarthrosen zur Pseudarthrose. 3 traumatische Frakturen, 1 pathologische Fraktur und 1 Pseudarthrose, die sich über 3 Sechstel und mehr erstreckten, sind nicht enthalten. Diese heilten komplikationslos aus

Es wurden durchschnittlich 4,6 Marknägels von einem Durchmesser von 3 mm eingeschlagen; Verkeilungsnägel nur 0,26. Die tatsächliche Zahl verkeilend wirkender Nägel war sicher höher. Längere — zwar über die Fraktur reichende, aber wegen der konischen Form der Markhöhle nicht bis in die Kondylen vorzutreibende Nägel waren in den Operationsberichten nur selten als Verkeilungsnägel deklariert. Erfahrungsgemäß bringt man nämlich *maximal* 4 Nägel in die Kondylen.

Zusatzmaßnahmen

Bei 2 Patienten wurde zusätzlich auf Klappschem Kissen entlastet. 1 Pseudarthrose wurde offen genagelt mit gleichzeitiger Spongiosaplastik. Die Operationsdauer betrug durchschnittlich 1 Std. Bei 7 Nagelungen 2 Std, bei 36 unter $1/2$ Std.

Nagelentfernung

Die Nagelentfernung erfolgte nach 9,2 Monaten im Durchschnitt. Bei 30% nach 3—6 Monaten; dies ohne Komplikationen.

Stabilitätserfolg

Nach 112 (92,5%) Nagelungen konnte die Osteosynthese primär als übungsstabil bezeichnet werden. Von 9 primär als instabil erkannten Nagelungen entwickelten sich 3 zu Pseudarthrosen.

Komplikationen

84,3% aller Bündelnagelungen blieben ohne Komplikationen. An schwerwiegenden Komplikationen sahen wir

Pseudarthrosen, je 3mal nach traumatischen Frakturen und bereits manifesten Pseudarthrosen,
postoperative Radialisparesen, 3mal,
Fettembolie, 1mal, und
Sudecksche Dystrophie, 1mal (Tabelle 1).

Fehler, die selbst bei gerechtfertigter Indikation ein übungsstabiles Ergebnis vereiteln oder für Komplikationen verantwortlich sein können, sind nicht

Tabelle 1. *Komplikationen nach Oberarmbündelnagelung*

Komplikationen	bei		
	traumatischen Frakturen	pathologischen Frakturen	Pseudarthrosen
Pseudarthrose	3		3
Postoperative Radialisparese	3		
Leichte Wundheilungsstörungen Fistelbildungen	2	2	
Fettembolie	1		
Sudeck	1		
Nagelwanderung	1	1	1
Streckung eingeschränkt (Nagel in Fossa olecrani eingeschlagen)	1		
Fehlstellung (Abduktionsknick)	1		

Die gravierendsten Komplikationen waren Pseudarthrose und postoperative Radialisparese. Für erstere hauptverantwortlich sind falsche Indikation und mangelhafte Technik. Zur Radialisparese kann es kommen, wenn bereits die Grobreposition stark dislozierter Frakturen bereits durch Seilzug über den Viermastkran erzwungen wird.

nur beim Nagelungsakt, sondern schon während der unsterilen Phase der Reposition möglich.

1. Die Grobreposition stark dislozierter Frakturen geschieht im wesentlichen manuell bei gleichzeitiger Olecranon Drahtextension. Erst die Feinreposition erfolgt apparativ mittels Seilzug am Viermastkran.

Wird schon die Grobreposition apparativ erzwungen, kann es zur Radialisirritation kommen, was wir 3mal sahen; davon kam es zwar 2mal zur spontanen Remission, in 1 Falle mußte jedoch deswegen eine Neurolyse vorgenommen werden.

2. Beim Anlegen des Einschlagfensters kann es zum Abgleiten der repositionierten Fragmente kommen, wenn das Fenster gemeißelt wird, beim Pfriemen muß an die Möglichkeit des Abrutschens des Pfriems in die Weichteile gedacht werden, weswegen wir hierfür immer mehr der Dornfräse den Vorzug geben.

3. Das Vortreiben — wenigstens der ersten — Nägel über die Fraktur muß unter Bildwandlerkontrolle geschehen, und zwar in zwei Ebenen. Andernfalls kann es — zumal bei Defektbrüchen — sehr leicht zum Ausschlagen von Nägeln kommen.

4. Die Verspreizung der Nägel in den Kondylen gelingt wegen der engen anatomischen Verhältnisse im suprakondylären Schaftanteil nicht ohne weiteres. Die Perforation der Fossa olecrani wird oft nicht erkannt und kann post op. zur Streckhemmung führen.

5. Häufig resultiert eine Distraction der Fraktur. Noch vor Einbringen der Verkeilungsnägel sollte deshalb die Extension nachgelassen und spätestens bei Operationsende die Fraktur gestaucht werden.

Diskussion

Mit der Bündelnagelung steht ein Osteosyntheseverfahren zur Verfügung, das unter Wahrung der besonderen Markraumform des Humerus eine übungsstabile Osteosynthese ermöglicht.

Die von uns in knapp 30% der Fälle beobachtete postoperative Radialislähmung ging zu Lasten gewaltsamer Repositionsmanöver mit dem Viermastkran, ein Fehler, der bei sorgfältiger Handhabung des Viermastkranes vermeidbar ist.

Infektionen sahen wir selbst bei offenen Frakturen nicht. Ein Umstand, der vorwiegend der obligat geschlossen durchzuführenden Technik, aber auch der guten Weichteildeckung des Humerus zuzuschreiben ist.

Von 98 traumatischen Frakturen kam es in 3 Fällen (3,1%) zur Pseudarthrose.

Bei einer Spiralfaktur über 2 Sechstel (4. und 5.), einer Trümmerfraktur im 4. Sechstel und einer langen Schrägfraktur im 4. Sechstel wurde möglicherweise die Methode überschätzt.

Bei 13 Pseudarthrosen — 3 nach Bündelnagelung, der Rest nach konservativer oder anderweitiger operativer Behandlung — wurde die Konsolidierung mit dem Bündelnagel angestrebt und gelang in 10 Fällen (77%).

Eine der verbliebenen 3 Pseudarthrosen konsolidierte nach einer zweiten Nagelung.

Nur in 1 dieser länger als 5 Jahre zurückliegenden Fälle hatten wir uns einer zusätzlichen Spongiosaplastik bedient.

Bei dem ansonsten beharrlichen Festhalten an der geschlossenen Nagelung der Pseudarthrose war mehr auf den hohen Grad der durch die Methode erzielbaren Stabilität vertraut worden als dem Charakter der Pseudarthrose Beachtung geschenkt wurde.

Bei flexiblerer Handhabung der Methode und Ausnutzung des besonders von Weber u. Czech [13] aufgezeigten positiven Effektes der Spongiosaplastik könnte die Methode hier noch schlagkräftiger sein.

Auf die Metallose nach Bündelnagelung haben wir schon mehrmals hingewiesen [2, 3, 4]. Bei der Nagelentfernung sehen wir sie nahezu immer, in nennenswert ausgeprägtem Maße jedoch nur, wenn die Nägel länger als 6—9 Monate belassen wurden.

Die Röntgenbelastung, die ebenfalls immer wieder angeführt wird, ist bei der geringen Zahl implantierbarer Nägel erfahrungsgemäß viel niedriger als beispielsweise bei der gleichen Methode am Oberschenkel.

Alles in allem sehen wir in der Bündelnagelung aus der Erfahrung mit 121 Oberarmschaftfrakturen eine wertvolle Alternative zur konservativen Behandlung.

Der Hauptvorteil ist die primäre Übungsstabilität und somit der Wegfall unbequemer externer Schienen und die Vermeidung von Gelenkversteifungen.

Die der Methode anzulastenden Hauptkomplikationen — Pseudarthrose und postoperative Radialisparese zu je 3% — sind bei kritischer Indikationsstellung einerseits und sachgemäßer und sorgfältiger Handhabung des Repositionsgerätes zu reduzieren, wenn nicht gar vermeidbar.

Literatur

1. Beck, H.: Vollapparative Reposition und Bündelnagelung bei Oberarmschaftbrüchen. Auswertung der ersten Behandlungsserie (32 Fälle). *Langenbecks Arch. klin. Chir.* 302, 381 (1963)
2. Brug, E., Beck, H., Kraus, G.: Die Operation kindlicher Frakturen langer Röhrenknochen mit dem Bündelnagel nach Hackethal. *Zbl. Chir.* (im Druck)
3. Brug, E., Beck, H., Dettenkofer, K.: Behandlungsergebnis bei 334 Bündelnagelungen des Unterschenkels. *Chirurg* 46, 117 (1975)
4. Brug, E., Beck, H., Heuwieser, R.: Osteosynthese von Unterarmschaftfrakturen mit dem Bündelnagel nach Hackethal. *Chirurg* 46, 113 (1975)
5. Hackethal, K. H.: Die Bündelnagelung. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1961

6. Hofmeister, G., Schweiberer, H.: Die Bündelnagelung bei Unterschenkel- und Oberarmfrakturen. Zbl. Chir. **92**, 2903 (1967)
7. Koch, G.: Die Behandlung der Oberarmschaftbrüche mit der U-Schiene. Chirurg **42**, 327 (1971)
8. Lanz, T. v., Dziallas, P., Lippert, H., Usener, I.: Zur Variabilität der Markhöhle des menschlichen Humerus. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. **123**, 453 (1963)
9. Radloff, H., Groher, W.: Zur Entstehung und Behandlung von Oberarmipseudarthrosen. Arch. orthop. Unfall-Chir. **71**, 205 (1971)
10. Rehn, J.: Die Behandlung der Oberarmschaftbrüche. Mschr. Unfallheilk. **75**, 469 (1972)
11. Rueff, F. L., Pelzl, H.: Zur Behandlung der Oberarmschaftbrüche. Chirurg **38**, 17 (1967)
12. Sailer, R., Boettcher, I., Kovacicek, St.: Beitrag zur Behandlung der Oberarmbrüche des Erwachsenen. Chirurg **40**, 221 (1969)
13. Weber, B. G., Czech, O.: Pseudarthrosen. Bern: H. Huber 1973

Dr. E. Brug
Chirurgische Klinik und Poliklinik
D-44 Münster
Jungeblodtplatz 1

LEBENS LAUF

Am 13. April 1950 wurde ich als Sohn des kaufmännischen Angestellten Josef Marschner und seiner Ehefrau Erna, geb. Gampe, in Schwandorf geboren.

Von 1956 bis 1960 besuchte ich die Volksschule. Dann trat ich an das Gymnasium Schwandorf über, wo ich am 28. Juni 1969 absolvierte.

Im Wintersemester 1969/70 nahm ich das Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg auf.

Das Vorphysikum bestand ich am 5. August 1970 und das Physikum am 8. März 1972.

Am 4. August 1975 legte ich die ärztliche Prüfung ab.

Seit 1. Oktober 1975 bin ich als Medizinalassistent an der Chirurgischen Abteilung des Marienkrankenhauses in Amberg.

Roland Marschner

